

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-070973

(43)Date of publication of application : 18.03.1997

(51)Int.Cl.

B41J 2/05

B41J 2/16

(21)Application number : 08-167657

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 27.06.1996

(72)Inventor : TONOGAKI MASAHIKO
MATSUMOTO SHIGEYUKI
SUGITANI HIROSHI
IKEDA MASAMI
MAKINO NORIFUMI
NARUSE YASUHIRO
TAMURA SEIICHI
IZUMIDA MASAACKI
OZAKI TERUO

(30)Priority

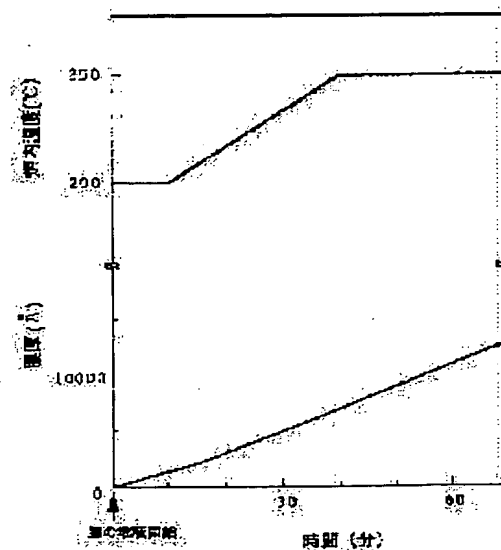
Priority number : 07162465 Priority date : 28.06.1995 Priority country : JP

(54) LIQUID JET RECORDING HEAD, PRODUCTION THEREOF AND PRODUCTION OF SUBSTRATE USING LIQUID JET RECORDING HEAD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To inexpensively provide a substrate for a recording head high in reliability and the recording head with a good yield.

SOLUTION: A liquid jet recording head is obtained by forming electrothermal conversion elements, function elements for driving the electrothermal conversion elements, the wiring electrodes connecting the driving function elements and the electrothermal elements and the protective film provided on the wiring electrodes on a substrate by photolithography and film formation. Each of the electrothermal conversion elements is a heating resistor composed of a material selected from a group consisting of Ta N, HfB₂, poly-Si, Ta-A, Ta-Ir, Au and Ag and the protective film on the heating resistor is composed of an insulating compd. accumulated so as to successively become higher density from lower density. The protective film is formed by accumulating an insulating material on the electrothermal conversion elements or wiring electrodes while the temp. of the substrate is raised.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-70973

(43) 公開日 平成9年(1997) 3月18日

(51) Int.Cl.⁹

B 4 1 J 2/05
2/16

識別記号

庁内整理番号

F I

B 4 1 J 3/04

技術表示箇所

1 0 3 B

1 0 3 H

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願平8-167657

(22) 出願日 平成8年(1996) 6月27日

(31) 優先権主張番号 特願平7-162465

(32) 優先日 平7(1995) 6月28日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 殿垣 雅彦

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(72) 発明者 松本 繁幸

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(72) 発明者 杉谷 博志

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(74) 代理人 弁理士 谷 義一 (外1名)

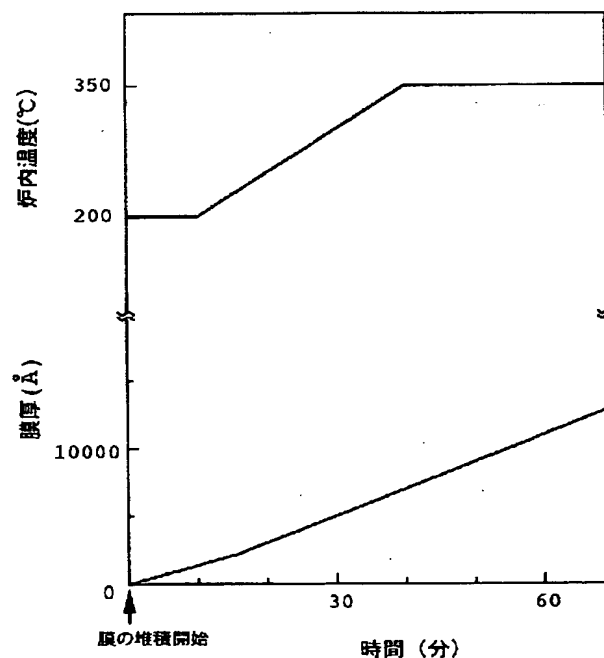
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液体噴射記録ヘッド、その製造方法および液体噴射記録ヘッドに用いる基体の製造方法

(57) 【要約】

【目的】 信頼性の高い記録ヘッド用基体および記録ヘッドの製造方法を低価格で歩留り良く提供することを目的とする。

【構成】 液体噴射記録ヘッドは、フォトリソグラフィと成膜により、電気熱変換素子と該電気熱変換素子を駆動する駆動用機能素子と、該駆動用機能素子と電気熱変換素子とを接続する配線電極と、該配線電極上に設けられる保護膜と、を基板に形成した記録ヘッド用基体を用いている。電気熱変換素子は、Ta₂N₅, HfB₂, Poly-Si, Ta-Al, Ta-Ir, Au, Agからなる群から選択された材料からなる発熱抵抗体であり、該発熱抵抗体上の保護膜は、低密度から順次高密度となるように堆積された絶縁化合物からなるものである。保護膜は、前記基体の温度を低温から高温に上げながら、絶縁材料を前記電気熱変換素子または配線電極上に堆積することにより形成される。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 液体の噴射に利用される熱エネルギーを発生する電気熱変換素子と、該電気熱変換素子を駆動する駆動用機能素子と、該駆動用機能素子と前記電気熱変換素子とを接続する配線電極と、該配線電極上に設けられる保護膜と、を基板に形成した記録ヘッド用基体を用いた液体噴射記録ヘッドにおいて、

前記電気熱変換素子または前記配線電極上の保護膜は、前記基板に近い側から遠い側に向けて密度が徐々になくなるように堆積された絶縁化合物からなることを特徴とする液体噴射記録ヘッド。

【請求項 2】 前記電気熱変換素子は、 TaN からなる発熱抵抗体を有するものであり、前記 TaN の組成は、モル重量比で N を基準として Ta が 1.9~1.0であることを特徴とする請求項 1 記載の液体噴射記録ヘッド。

【請求項 3】 前記電気熱変換素子は、 TaN に代えて HfB_2 、 $Poly-Si$ 、 $Ta-Al$ 、 $Ta-Ir$ 、 Au または Ag のいずれかからなる発熱抵抗体を有するものであることを特徴とする請求項 1 記載の液体噴射記録ヘッド。

【請求項 4】 液体の噴射に利用される熱エネルギーを発生する電気熱変換素子と該電気熱変換素子を駆動する駆動用機能素子と、該駆動用機能素子と前記電気熱変換素子とを接続する配線電極と、該配線電極上に設けられる保護膜と、を基板に形成する液体噴射記録ヘッド用基体の製造方法において、

前記基体の温度を上げながら絶縁材料を前記電気熱変換素子または前記配線電極上に堆積することで前記保護膜を形成することを特徴とする液体噴射記録ヘッド用基体の製造方法。

【請求項 5】 前記保護膜形成工程における基体の温度上昇を段階的にを行うことを特徴とする請求項 4 記載の液体噴射記録ヘッド用基体の製造方法。

【請求項 6】 前記保護膜形成工程における基体の温度上昇を連続的にを行うことを特徴とする請求項 4 記載の液体噴射記録ヘッド用基体の製造方法。

【請求項 7】 200℃~300℃の基体温度で電気熱変換素子又は配線電極上に絶縁材料を堆積して低密度の絶縁化合物からなる保護膜を形成した後、その上に350℃~400℃の基体温度でさらに絶縁材料を堆積して前記低密度の絶縁化合物からなる保護膜よりも高密度の絶縁化合物からなる保護膜を形成することを特徴とする請求項 4 ないし 6 のいずれかに記載の液体噴射記録ヘッド用基体の製造方法。

【請求項 8】 絶縁膜の堆積がプラズマ CVD 法またはスパッタ法によることを特徴とする請求項 4 ないし 7 のいずれかに記載の液体噴射記録ヘッド用基体の製造方法。

【請求項 9】 前記保護膜が SiN 、 SiO 、 Si

O_2 、 $SiON$ 、 PSG 、 BSG 、 $BPSG$ 、 ZrO_2 、 Al_2O_3 、 SiC 、 Si および Ta_2O_5 からなる群から選択された材料からなることを特徴とする請求項 4 ないし 8 のいずれかに記載の液体噴射記録ヘッド用基体の製造方法。

【請求項 10】 電気熱変換素子と、該電気熱変換素子を駆動する為の駆動用機能素子とを有する液体噴射記録ヘッド用基体を用いた液体噴射記録ヘッドの製造方法において、

P 型半導体基板上にエピタキシャル成長により P 型半導体層を形成した後、該 P 型半導体を利用して前記駆動用機能素子を形成することを特徴とする液体噴射記録ヘッド用基体を有する液体噴射記録ヘッドの製造方法。

【請求項 11】 電気熱変換素子と、該電気熱変換素子を駆動する駆動用機能素子と、該駆動用機能素子と前記電気熱変換素子とを接続する配線電極と、該配線電極上に設けられる保護膜と、を基板に形成して液体噴射記録ヘッド用基体を作成する基体作成工程と、インクを吐出する吐出口を有する吐出部を前記液体噴射記録ヘッド用基体上に作成するインク吐出部作成工程と、を含む液体噴射記録ヘッドの製造方法において、

前記液体噴射記録ヘッド用基体の製造工程が、基体温度を上げて前記配線電極上に前記絶縁材料を堆積することにより前記保護膜を形成する堆積工程とを含むことを特徴とする液体噴射記録ヘッドの製造方法。

【請求項 12】 堆積工程が、基体温度を段階的に上げて配線電極上に絶縁材料を堆積するものであることを特徴とする請求項 11 記載の液体噴射記録ヘッドの製造方法。

【請求項 13】 堆積工程が、基体温度を連続的に上げて配線電極上に絶縁材料を堆積するものであることを特徴とする請求項 11 記載の液体噴射記録ヘッドの製造方法。

【請求項 14】 堆積工程が、200~300℃の基体温度で配線電極上に絶縁材料を堆積して低密度の絶縁化合物からなる保護膜を形成した後、その上に350~400℃の基体温度でさらに絶縁材料を堆積して前記低密度の絶縁化合物からなる保護膜よりも高密度の絶縁化合物からなる保護膜を形成するものであることを特徴とする請求項 11 ないし 13 のいずれかに記載の液体噴射記録ヘッドの製造方法。

【請求項 15】 堆積工程の絶縁膜の堆積がプラズマ CVD 法またはスパッタ法によるものであることを特徴とする請求項 11 ないし 13 のいずれかに記載の液体噴射記録ヘッドの製造方法。

【請求項 16】 堆積工程で堆積される保護膜が SiN 、 SiO 、 $SiON$ 、 SiO_2 、 PSG 、 BSG 、 $BPSG$ 、 ZrO_2 、 Al_2O_3 、 SiC 、 Si 、 Ta_2O_5 からなる群から選択されることを特徴とする請求項 11 に記載の液体噴射記録ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電気熱変換素子と記録用機能素子を基板上に形成した液体噴射記録ヘッド（以下単に「記録ヘッド」という）用基体の製造方法、およびこの記録ヘッド用基体を採用した記録ヘッドの製造方法に関し、特に、複写機、ファクシミリ、ワードプロセッサ、ホストコンピュータの出力用プリンタ、ビデオ出力プリンタ等に用いられるインクジェット記録装置に採用される記録ヘッド用基体を用いた記録ヘッドの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、記録ヘッドの構成は電気熱変換素子アレイを単結晶シリコン基板上に形成し、この電気熱変換素子の駆動回路としてシリコン基板外部にトランジスタアレイ等の電気熱変換素子駆動用機能素子を配置し、電気熱変換素子とトランジスタアレイ間の接続をフレキシブルケーブルやワイヤードボンディング等によって行う構成としていた。

【0003】上述したヘッド構成に対して考慮される構造の簡易化、あるいは製造工程で生ずる不良の低減化、さらには各素子の特性の均一化および再現性の向上を目的として、特開昭57-72867号公報において提案されているような電気熱変換素子と機能素子を同一基板上に設けた記録ヘッドを有するインクジェット記録装置が知られている。

【0004】図1は上述した構成による記録ヘッド用基体の一部分を示す断面図である。図中符号1801は単結晶シリコンからなる半導体基板である。1804はN型半導体のエピタキシャル領域、1811は高不純物濃度のN型半導体のオーミックコンタクト領域、1805はP型半導体ベース領域、1810は高不純物濃度N型半導体のエミッタ領域であり、これらでバイポーラトランジスタを形成している。1816は蓄熱層および層間絶縁層としての酸化シリコン層、1817は発熱抵抗層、1818はアルミ（Al）の配線電極、1819は保護層としての酸化シリコン層、1812はAlのコレクタ・ベース共通電極、1820は保護膜としてのTa層であり、以上で記録ヘッド用の基体を形成している。ここでは1822が発熱部となる。この基体上に天板、液路が形成されて記録ヘッドを構成する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述した様な構造が優れているとはいえ、近年記録装置に対して強く要求される高速駆動化、省エネルギー化、高集積化、低コスト化、高信頼性を満足するためには未だ改善の余地がある。

【0006】まず第1に、高信頼性を有する記録ヘッドを低価格で提供しなければならない。そのためには、記録ヘッドを歩留り良く製造する必要がある。

【0007】即ち、従来層間膜1816、保護膜1819等は、常圧CVD、PE-CVD等で300～450℃でPSG、BPSG、SiO、SiO₂、SiON、SiN等で形成していた。この温度では、Al等の配線や電極等は、例えば、図2に示す如く、プラズマCVD法およびスパッタ法による膜堆積（成長）時にヒロックと呼ばれるAl等の丘状の隆起（高さ、直径とも2μm程度のものが多い）が生じ、成長し、このヒロック1101、1102の凹凸により例えば配線電極105間やこれらの配線とTaの保護膜（例えば図1に示す保護膜1820参照）が短絡し、動作不良が起こり歩留りが低下することがある。

【0008】そこで、本発明者は、プラズマCVD法およびスパッタ法による膜堆積時におけるヒロックの成長を抑制することで基体の歩留りが向上すると確信した。

【0009】本発明の目的は上述した技術的課題を解決し、信頼性の高い記録ヘッド用基体および記録ヘッドの製造方法を低価格で歩留り良く提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明の記録ヘッド用基体の製造方法は、フォトリソグラフィにより、電気熱変換素子と、該電気熱変換素子を駆動する駆動用機能素子と、該駆動用機能素子と前記電気熱変換素子とを接続する配線電極と、該配線電極上に設けられる保護膜と、を基板上に形成する記録ヘッド用基体の製造方法において、基体温度を低温から高温に段階的にあるいは連続的に変えて前記配線電極上に前記絶縁材料を堆積することにより前記保護膜を形成することを特徴とするものである。

【0011】この際、前記工程の低温での基体温度は、200℃～300℃の範囲とし、高温での基体温度は、350℃～400℃の範囲とする。さらに、より好ましくは、低温での基体温度が、300℃であり、高温での基体温度が、350℃である。

【0012】また、前記保護膜は、SiN、SiO、SiO₂、SiON、PSG、BSG、ZrO₂、Al₂O₃、SiC、Si、Ta₂O₅から適宜選択される。但し、低温で形成される保護膜と高温で形成される保護膜とは、必ずしも同じ材料でなくてもよく、低温形成保護膜と高温形成保護膜とは、基体温度を切り換えることによって二層の保護膜として形成することができる。これら二層の保護膜は、前記該材料の全ての組み合わせが可能である。また、低温形成保護膜と高温形成保護膜とは、基体温度を徐々に上げることによって両保護膜を連続的に形成することができる。

【0013】また、本発明の記録ヘッド用基体の製造方法は、電気熱変換素子と、該電気熱変換素子を駆動する為の駆動用機能素子とを有する記録ヘッド用基体の製造方法において、P型半導体基板上にエピタキシャル成長によりP型半導体層を形成し、該P型半導体を利用して前記駆動用機能素子を形成することを特徴とするもので

ある。

【0014】さらに、本発明の記録ヘッドの製造方法は、電気熱変換素子と、該電気熱変換素子を駆動する駆動用機能素子と、該駆動用機能素子と前記電気熱変換素子とを接続する配線電極と、該配線電極上に設けられる保護膜と、を基板に形成して記録ヘッド用基体を作成する基体作成工程と、インクを吐出する吐出口を有する吐出部を前記記録ヘッド用基体上に作成するインク吐出部作成工程と、を含む記録ヘッドの製造方法において、前記記録ヘッド用基体の製造工程が、基体温度を低温から高温に段階的にあるいは連続的に変えて前記配線電極上に前記絶縁材料をプラズマCVD法あるいはスパッタにより堆積することにより前記保護膜を形成する堆積工程とを含むことを特徴とするものである。

【0015】ここで、前記電気熱変換素子はTa-Nからなる発熱抵抗体を有するものであり、Ta-Nの組成は、モル重量比でNを基準としてTaが1.9~1.0であり、あるいは、Ta-Nに代えてHfB₂、Poly-Si、Ta-Al、Ta-Ir、AuまたはAgを用いてもよい。

【0016】本発明の基体の製造方法によれば、耐久性に優れ、繰り返し加えられる熱衝撃に強く、インクの侵食やキャビテーションにも強く、高品質の記録画像を長期にわたって確保できるインクジェット記録ヘッド用の基体を効率的に得ることができる。

【0017】また、本発明の記録ヘッドの製造方法によれば、低温での保護膜が一層入るために、高温でのCVD法による膜堆積（成長）時にヒロックと呼ばれるAl等の丘状の隆起が生じ、成長するのを防ぐことができる。故に、図2に示されるようにヒロック1101、1102の凹凸により例えば配線電極105間やこれらの配線とTaの保護膜が短絡し、動作不良が起こり歩留りが低下することを防ぐ。その結果、記録ヘッドを歩留り良く製造することができ、高信頼性を有する記録ヘッドを低価格で提供することができる。

【0018】

【発明の実施の形態】次に、本発明者らが行った実験を示す。

【0019】〔実験A〕図3に示される発熱抵抗体の設けられている発熱抵抗体上方、および少なくとも記録ヘッド内のインクが流れるもしくは滞留する領域下に設けられた電極上には、通常、保護層が設けられている。この保護層は、これ等電極および熱作用部を形成している発熱抵抗体をそれ等の上部にあるインクから化学的、物理的に保護すると共に、そのインクを通じて起こる前記電極間の短絡および同種電極、殊に選択電極間のリークを防止し、さらにインクと電極とが接触し、これに通電することによって起こる電極の接触を防止するために設けられる。

【0020】前記保護層は、設けられる場所によって要

求される特性が各々異なり、例えば熱作用部上においては、(I)耐熱性、(II)耐インク性、(III)インク浸透防止性、(IV)熱伝導性、(V)酸化防止性、(VI)絶縁性および(VII)耐破傷性に優れていることが要求され、熱作用部以外の領域においては熱的条件では緩和されるが、インク浸透防止性、耐インク性、絶縁性および耐破傷性には充分優れていることが要求される。

【0021】しかしながら、前記の(I)乃至(VII)の特性の総てを所望通りに満足して、保護層を一層のみで、しかも熱作用部上および電極上のすべてを覆うことのできる保護層用材料は未だ見出されていない。こうしたことから、実際の記録ヘッドにおいては、その設けられる場所によって要求される特性を互いに補い合う種々の材料を選択し、それ等の材料からなる複数の層で保護層を形成している。このような多層構成の保護層については、該保護層についてはもとより、それに隣接する層との間の接着力が十分に強く、記録ヘッドの製造過程および実際の使用期間にわたって、層間での剥離や浮き上がりなどの接着力の低下による故障が生じないことが要求される。

【0022】他方、これ等とは別に、マルチオリフィス化タイプのインクジェット記録ヘッドの場合には、基板上に多数の微細な電気熱変換体を同時に形成する為に、製造過程において、基板上では各層の形成と、形成された層の一部除去の繰返しが行なわれ、保護層が形成される段階では、保護層の形成されるその裏面はスラップウェッジ部（段差部）のある微細な凹凸状となっているので、この段差部における保護層の被覆性（step coverage性）が重要である。つまり、この段差部の被覆性が悪いと、その部分でのインクの浸透が起こり、電蝕或は電氣的絶縁破壊を起こす原因となる。また、形成される保護層がその製造法により欠陥部の生ずる確率が比較的多い場合には、その欠陥部を通じて、インクの浸透が起こり、電気熱変換体の寿命を著しく低下させる場合が多々ある。

【0023】これらの理由から、保護層については、段差部における被覆性が良好であること、形成される層にピンホール等の欠陥の発生する確率が低く、発生しても実用上無視し得る程度或はそれ以上に少ないことがさらに要求される。

【0024】特に熱作用面においては、一秒間に数千回の高温と低温の間の激しい温度変化のサイクルが繰り返される過酷な条件下にあると共に、熱作用面上のインクは、高温時には気化しインク中に気泡を生じさせインク流路内の圧力を高め、また温度の低下に伴って気化したインクが凝縮して気泡が消滅するに従ってインク流路内の圧力が低下するという圧力変化が繰り返され、これ等によって生じる機械的ストレスが常に加わる。このため、少なくとも熱作用部上面を覆う様に設けられる保護層には、特に機械的ストレスに対する耐衝撃性と保護層

を構成する複数の層間の接着性に優れていることが要求される。

【0025】そこで、プラズマCVD法によるSiN保護膜の成膜温度を成膜途中で変えて成膜を行った際の発熱抵抗体の耐断線特性について実験を行った。

【0026】発熱抵抗体は、上述した本発明による反応性スパッタリング法でTa_{0.8}Ni_{0.2}hexを成膜して作成した。成膜条件は、窒素ガス分圧比が24%、アルゴンガスおよび窒素ガスの混合ガスの全圧が7.5mTorr、スパッタリングDCパワーが2kW、および基板温度が200℃である。図4にその概略図を示した成膜装置を使用した。

【0027】図4において301はタンタルターゲットである。このターゲット301は平板マグネット302上に設けられ、ターゲット301との対向位置には基板304を保持する基板ホルダ303が配設されている。基板304は基板ホルダ303に取り付けられたヒータ305により基板ホルダ303を介して所定温度に加熱されるように構成されている。基板304側とターゲット301側とはDC電源306により接続されており、この電源306の通電により基板304側とターゲット301側との間に所定の電位差を形成できるように構成されている。これらターゲット301と基板304と電源306とはチャンバ309内に收容され、配置されており、このチャンバ309内はポンプ307により真空状態とされ、取り入れ口310からチャンバ309内に所定の混合ガスが送り込まれる。この混合ガスとしては、例えばアルゴン(Ar)と窒素(N₂)の混合ガスを挙げることができる。チャンバ309には、その内部温度を所定温度に制御するためのヒータ308が設けられている。また、チャンバ309の内部には、ターゲット301の前方を開閉するシャッタ311が設けられている。このシャッタ311は基板304上の成膜の膜厚制御に有効に利用できるものである。

【0028】下層の蓄熱層102、103は、それぞれ熱酸化によるSiO₂膜、また上層のSiN保護層106の上部に耐キャビテーション層のTa膜107を形成したものである。保護膜の形成には、図5にその概略図を示したプラズマCVD装置を使用した。

【0029】図5においてウエハ901は、カーボンで構成された電極902に取り付けられ、電極全体は石英管903中に配置した。そして、ヒータ904は石英管全体を加熱するように構成され、石英管中のウエハおよび電極は所定の温度に加熱された。石英管内部は、ポンプにより排気され、原料ガスが導入されて対向したカーボン電極管に410kHzのRF電圧が印加されてウエハ間にプラズマを発生し、0.6μm以上1.0μm以下の膜厚の保護層をウエハ901上に堆積した。

【0030】本実験では、成膜温度に応じて他の成膜条件を次のように設定した。300℃未満の成膜温度では

SiH₄ガスを800SCCM、NH₃ガスを7200SCCM、圧力を1.5Torr、また、300℃以上の成膜温度ではSiH₄ガスを600SCCM、NH₃ガスを4800SCCM、圧力を2.0Torrとした。

【0031】図6に本実験の結果である保護層SiNの成膜温度に対する発熱抵抗体の破断電圧比K_b (K_b = V_b / V_{th})を示す。

【0032】記録ヘッドの実駆動電圧は、1.2V_{th} (発泡する閾電圧V_{th}の1.2倍相当の電圧)であり、個々のばらつきを考慮しても、K_bは1.3以上あれば問題はなく、150℃以上の成膜温度で得られた膜は、記録ヘッドとして用いることができる。また、より信頼性を高めるためには、成膜温度は200℃以上が望ましいことが判った。また、成膜温度が300℃以上では、K_b値が約1.8以上であるという、高信頼性の発熱抵抗体を得ることができた。

【0033】これらの成膜温度依存性は、特に低温度領域においては原料ガスの反応が不充分で、未反応のSi-H、N-H等が膜中に多量に残存し、膜の密度が疎であり、膜構成分子の結合力が不十分なためと思われる。

【0034】成膜温度が350℃以上では、緻密で堅固なSiN膜によりTa_{0.8}Ni_{0.2}hex層が覆われ、Ta_{0.8}Ni_{0.2}hex層の変質を抑制し、信頼性の高いインクジェット記録ヘッドが得られた。

【0035】〔実験B〕次に、図3を示す層構成における保護層106の成膜時における下地の配線部への影響について、検討した。

【0036】図3に示す従来の層構成においては、AlまたはAl合金による配線105の形成後に、0.6μm以上1.0μm以下の膜厚の保護膜106を形成する。保護膜および層間膜として、常圧CVD、プラズマCVD等により、300℃以上450℃以下で、PSG、BPSG、SiO、SiO₂、SiON、およびSiNが形成される。

【0037】ところがこの従来技術においては、図2に示すように、保護膜成膜時の加熱により、良く知られているようにヒロック1101と呼ばれる高さ1μm以上2μm以下程の隆起を生ずる。また、ウィスカー1102と呼ばれるヒゲ状で高さが数μm以上にも達する突起を生ずることもある。

【0038】これらが生じると保護膜の被覆性が不良となり、さらに上方に形成される耐キャビテーション層のTaとAl配線とが電氣的に短絡して動作不良が生じるため、ヒロック1101、あるいはウィスカー1102の大きさや発生密度は、インクジェット記録装置の信頼性や製造歩留りへの影響が極めて著しい。

【0039】本実験においては、前記実験CにおけるSiN保護層について、その成膜温度とAlヒロック、Alウィスカー、および保護膜の膜質について検討を行っ

た。その結果を表 1 に示す。

【0040】表 1 において、成膜温度の項の 100℃ないし 450℃の各数値は、それぞれの数値の一定温度で一定時間膜堆積をしたことを示す。ヒロック又はウイスキー抑制の項目では、ヒロック又はウイスキーの成長がかなり観測されたものは×、若干観測されたものは△、

ほとんど観測されなかったものは○とした。また、膜質の項目では、特に疎であるものは×、やや疎であるものは△、密なものは○とした。

【0041】

【表 1】

試料No.	成膜温度 (℃)	ヒロック又は ウイスキーの抑制	膜 質
1	100	○	×
2	150	○	△
3	200	○	△
4	250	○	△
5	300	○	△
6	350	△	○
7	400	×	○
8	450	×	○

【0042】表 1 より、100℃以上 300℃以下で膜堆積を行うとヒロック又はウイスキーはあまり成長しなかったことが判る。すなわち、数、大きさ（存在する密度および高さ）とも小さく、成長が抑制されている。しかし、低温で堆積、形成された膜は、膜質が比較的「疎」であり、この膜を有する基体および記録ヘッドの上述 K_b 値の低下等の信頼性低下を招くことがある。また、150℃以下の温度では、CVD 装置の構成上、温度制御が困難となる。従って、AI 配線のヒロックおよびウイスキーの成長を抑えつつ、しかも膜質が比較的密である SiN 保護層を得るのに好適な成膜温度は、200℃以上 300℃以下であることが判った。

【0043】〔実験 C〕次に膜堆積を 2 段階に分けて、それぞれの膜堆積の成膜温度を変えて保護膜形成を行った。第 1 段階目の成膜は、表 1 の結果からヒロック又はウイスキー抑制の効果が認められた成膜温度である 200℃、250℃および 300℃で行った。成膜装置および成膜温度以外の成膜条件は実験 C と同様である。評価

を上記と同様に行なった。結果を表 2 に示す。

【0044】表 2 において、成膜温度 200～350 とあるのは、200℃で約 1500 Å の膜厚の膜堆積を行った後、350℃で 4500 Å 以上 8500 Å 以下の膜厚の膜堆積を行ったことを示す。

【0045】なお、図 7 は 2 段階成膜における膜堆積開始からの時間と膜厚および炉内温度との関係を示すグラフである。図 7 の例では、膜の堆積開始、成長初期の温度を 200℃とし、堆積温度を徐々に上げ、膜の堆積の成長後期の温度を 350℃としたところで、堆積温度を一定に保持しつつ、そのまま堆積は継続している。このときの膜厚は堆積開始からほぼ一定して増加しているが、成長初期の保護膜は、相対的に堆積温度が高い成長後期の保護膜と比べて密度が低く、その密度は堆積温度の上昇に伴って高くなっている。

【0046】

【表 2】

試料No.	成膜温度 (℃)	ヒロック又はウィスカーの抑制
1	200-350	○
2	200-400	△
3	200-450	×
4	250-350	○
5	250-400	△
6	250-450	×
7	300-350	○
8	300-400	△
9	300-450	×

【0047】この２段階成膜によれば、第１段階目の成膜温度 200°C 以上 300°C 以下、第２段階目の成膜温度が 350°C 以上 400°C 以下の時にヒロック又はウィスカーの成長が著しく抑制され、膜質も密で堅固な膜で覆われ、信頼性の高い保護膜が形成できた。

【0048】これは、第２段階目の高い成膜温度で密な膜を成膜する際に、第２段階目の成膜温度より低い温度で成膜した第１段階目の膜が、A1配線に発生する局部的な応力を上から押えることによって、A1のヒロック又はウィスカーの成長を抑制することによる。

【0049】本実験では図5に示した多数枚バッチ方式で量産性に優れ、反応室全体が加熱される、いわゆるホットウォールタイプのプラズマCVD装置を使用した、電極が平行平板型のバッチ処理式のもの、あるいは基板の置かれる基板支持体（サセプター）が加熱されるコールドウォールタイプの枚葉処理式のものでもよい。

【0050】保護膜は、SiN膜に限らずSiO₂膜、SiON膜、SiO、SiC、Si、PSG、BSG、BPSG、ZrO₂、Al₂O₃、Ta₂O₅膜あるいは常圧CVD法およびスパッタ法による膜であってもよい。また、これらの組み合わせの２段階成膜でもよい。

【0051】本実施態様のインクジェット記録ヘッド用基体は、抵抗層の上にプラズマCVD法により保護層を形成する際に、比較的低い基板温度で成膜する工程と比較的高い基板温度で成膜する工程を連続して行うことにより形成することは好ましいものである。

【0052】この際、前段の工程の基板温度は 200°C 乃至 300°C の範囲とし、後段の工程の基板温度は 350°C 乃至 400°C の範囲とすることが好ましい。このようにして得られたインクジェット記録ヘッド用基体は、上述した電極層に生じるヒロック現象を抑制することができるものであり、当該基体を使用したインクジェット

記録ヘッドは極めて優れたインクジェット記録ヘッド特性を発揮するものである。

【0053】以下に、本発明のインクジェット記録ヘッド用基体の態様を述べる。

【0054】図3は、本発明にかかる発熱抵抗体が好適に用いられるインクジェット記録ヘッド用基体の一例としての模式的断面図である。

【0055】インクジェット記録ヘッド用基体100は、基板101上に、一般に蓄熱層102、103が設けられている。この蓄熱層102、103は、発熱抵抗体に電圧印加されたエネルギーをインクに効率良く伝えるようにするために設けられ、該蓄熱層は、熱伝導度の悪い材料で構成される。前記蓄熱層103は絶縁層を兼ねている。

【0056】前記蓄熱層103の上に発熱抵抗体を形成する抵抗層104を設け、この抵抗層104の上に、良好な電気伝導性を有する材料で構成される配線層105が積層されている。そして、該配線層105が配されていない部分が発熱抵抗体となる構成のものである。

【0057】この構成においては、配線105を介して発熱抵抗体に電気信号が印加されると、該発熱抵抗体は発熱するところとなる。さらに、インクジェット記録ヘッド用基体100において、配線105や発熱抵抗体を被覆する目的で、保護層106を設けることができる。この保護層106は、インクとの接触や、インクの浸透による発熱抵抗体あるいは配線105の電蝕や電氣的絶縁破壊を防止することに寄与する。保護層106上には一般に、耐キャビテーション層107が設けられる。該耐キャビテーション層は、保護層106と発熱抵抗体を、インクの吐出の際に該発熱抵抗体が発熱してインクの吐出がなされ、その際の気泡の消泡により発生するキャビテーションから保護する目的で設けられる。

【0058】本発明で述べられる発熱抵抗体および層構成を有するインクジェット記録ヘッド用基体について、該基体中に駆動用機能素子であるバイポーラ型のNPNトランジスタ1821をP型シリコン基板1801上に形成したものについて説明する。

【0059】以下、図面を参照しながら本発明について詳細に説明するが、本発明は以下の態様に限定されることはなく、本発明の目的が達成され得るものであればよい。

【0060】図1は、本発明により製造される記録ヘッド用基体の一例の模式的断面図である。

【0061】記録ヘッド用基体としての基体1800は、電気熱変換素子である熱作用部1810と駆動用機能素子であるバイポーラ型のNPNトランジスタ1821とをP型シリコン基板1801上に形成したものである。

【0062】図1において、1801はP型シリコン基板、1802は機能素子を構成するためのN型コレクタ埋込領域、1803は機能素子分離のためのP型アイソレーション埋込領域、1804はN型エピタキシャル領域、1805は機能素子を構成するためのP型ベース領域、1806は素子分離のためのP型アイソレーション埋込領域、1807は機能素子を構成するためのN型コレクタ埋込領域、1808は素子を構成するための高濃度P型ベース領域、1809は素子分離のための高濃度P型アイソレーション領域、1810は素子を構成するためのN型エミッタ領域、1811は素子を構成するための高濃度N型コレクタ領域、1812はコレクタ・ベース共通電極、1813はエミッタ電極、1814はアイソレーション電極である。ここに、NPNトランジスタ1821が形成されており、1802、1804、1807、1811のコレクタ領域がエミッタ領域1810とベース領域1805、1808とを完全に包囲するように形成されている。また、素子分離領域として、P型アイソレーション埋込領域、P型アイソレーション領域1807、高濃度P型アイソレーション領域により各セルが包囲され電気的に分離されている。

【0063】ここで、NPNトランジスタ1821は、N型コレクタ埋込領域1802およびN型コレクタ埋込領域1802を介してP型シリコン基板1801上に形成された2つの高濃度N型コレクタ領域1811と、N型コレクタ埋込領域1802およびP型ベース領域1805を介して高濃度N型コレクタ領域1811の内側に形成された2つの高濃度P型ベース領域1808と、N型コレクタ埋込領域1802およびP型ベース領域1805を介して高濃度P型ベース領域1808に挟まれて形成された高濃度N型エミッタ領域1810とによりNPNトランジスタの構造を有するが、高濃度N型コレクタ領域1811と高濃度P型ベース領域1808とがコレクタ・ベース共通電極1812により接続されること

によりダイオードとして動作する。また、NPNトランジスタ1821に隣接して、素子分離領域としてのP型アイソレーション埋込領域1803、P型アイソレーション領域1806および高濃度P型アイソレーション領域1809が順次形成されている。また、抵抗層1817が、N型エピタキシャル領域1804、蓄熱層1815および該蓄熱層1815と一体的に設けられた蓄熱層を兼ねる層間膜1816を介してP型シリコン基板1801上に形成されており、抵抗層1817上に形成された配線電極1818が切断されて接続端面である2個のエッジ部1818'をそれぞれ形成することにより、熱作用部1822が構成されている。

【0064】前記記録ヘッド用の基体1800は全面が熱酸化膜等で形成される蓄熱層1815で覆われており、機能素子から各電極1812、1813、1814がA1等で形成されている。なお、各電極1812、1813、1814は、図8および図9に拡大（電極1814、エミッタ、コレクタ、ベース等は省略）して示すように、法線に対して角度 θ （30度以上75度以下）の傾いた側面（端部）を有している。

【0065】前記基体1800は、上述した駆動部（機能素子）を有する記録ヘッド用のP型シリコン基板1801上に、コレクタ・ベース共通電極1812、エミッタ電極1813およびアイソレーション電極1814が形成された蓄熱層1815で覆ったもので、その上層には常圧CVD法、プラズマCVD法、スパッタリング法等によるシリコン化合物のSiO、SiO₂、SiN、SiON等からなる層間膜1816が形成されている。各電極1812、1813、1814を形成するためのA1等は傾いた側面を有するため、層間膜1816のステップカバレッジ性が非常に優れているので、層間膜1816を従来に比較して蓄熱効果を失わない範囲で薄く形成することができる。層間膜1816を部分的に開孔して、コレクタ・ベース共通電極1812、エミッタ電極1813およびアイソレーション電極1814と電気的に接続し、かつ層間膜1816上で電気的な配線を形成するためのA1等の配線電極1818が設置される。即ち、層間膜1816を部分的に開孔した後に、反応性スパッタリング法によるTa₂N_{0.8} hexの微細な多結晶により構成される抵抗層1817と、蒸着法あるいはスパッタリング法によるA1等の配線電極1818で構成された電気熱変換素子が設けられている。

【0066】図10は電気熱変換素子の拡大された断面図であり、図11は電気熱変換素子の拡大された平面図である。

【0067】A1等の配線電極1818は、法線に対して30度以上の傾いた接続端面であるエッジ部（および側面部）1818'を有している。さらに、図1に示す電気熱変換素子の熱作用部1822上には、スパッタリング法またはCVD法によってSiO、SiO₂、Si

N, SiON, SiC, Si, PSG, BSG, BPSG, ZrO_2 , Al_2O_3 , Ta_2O_5 の保護膜1820およびTa等の保護膜1816が層間膜1819と一体的に設けられている。

【0068】さらに、この基体1800は、配線電極1818のエッジ部（または側面部）1818'（図11参照）の形状が直線状のテーパとなっていることと、コレクタ・ベース共通電極1812、エミッタ電極1813およびアイソレーション電極1814のエッジ部、両側面の形状も、図8、図12にそれぞれ示すように、直線状のテーパとなっていることである。

【0069】また、第1の保護膜1819におけるステップパレージ性も極めて良好にすることができるため、第1の保護膜1819の厚さをエッジ部1818'の形状がほぼ垂直なときよりも薄く（例えば、 $0.6\mu m$ 以上 $1.0\mu m$ 以下）することができた。その結果、熱作用部1822で発生した熱エネルギーを効率的にかつ高速にインクに伝達することができるとともに、第1の保護膜1819を形成する装置のスループットを約2倍にすることができた。

【0070】さらに、層間膜1816、保護膜1819等をプラズマCVD法およびスパッタ法によりSiO, SiON, SiN, SiO_2 , SiC, Si, PSG, BSG, BPSG, ZrO_2 , Al_2O_3 , Ta_2O_5 等で形成する際、膜成長初期において、膜の下層を $200^\circ C$ 以上 $300^\circ C$ 以下の低温で成長させた後、その上に、さらに $350^\circ C$ 以上 $400^\circ C$ 以下の温度で膜の上層を成長させる方法を用いた。すなわち、高温で成膜する際に成長するヒロックまたはウィスカーを、低温で成膜した膜がその成長を抑制する作用があるため、従来、例えば $250^\circ C$ 以上 $450^\circ C$ 以下の温度範囲で成膜中に、その成膜温度を複数段階に変化させることなく、一定の温度で一度に膜成長させた場合に比べ、上述したヒロック又はウィスカーによる配線短絡が低減でき、製品の歩留りを著しく改善することができた。なお、以下では配線電極以外の各電極に関しては、エッジ部（接続端面）についても側面と記す。

【0071】次に、上述した構成による機能素子（駆動部）の基本動作について説明する。

【0072】図13は、図1に示した基体1800の駆動方法を説明するための模式図である。

【0073】ここでは、図1および図13に示すように、コレクタ・ベース共通電極1812がダイオードのアノード電極に対応し、エミッタ電極1813がダイオードのカソード電極に対応している。即ち、コレクタ・ベース共通電極1812に正電位のバイアス（ V_{H1} ）を印加することにより、セル（SH1, SH2）内のNPNトランジスタがターンオンし、バイアス電流がコレクタ電流およびベース電流として、エミッタ電極1813より流出する。また、ベースとコレクタとを短絡した構

成にした結果、電気熱変換素子（RH1, RH2）の熱の立上がりおよび立下がり特性が良好となり、膜沸騰現象の生起、それに伴う気泡の成長収縮の制御性がよくなり安定したインクの吐出を行うことができた。これは、熱エネルギーを利用するインクジェット記録ヘッドではトランジスタの特性と膜沸騰の特性との結び付きが深く、トランジスタにおける少数キャリアの蓄積が少ないためスイッチング特性が速く立上がり特性がよくなることが予想以上に大きく影響しているものと考えられる。また、比較的寄生効果が少なく、素子間のパラツキがなく、安定した駆動電流が得られるものでもある。

【0074】ここでは、さらに、アイソレーション電極1814を接地することにより、隣接する他のセルへの電荷の流入を防ぐことができ、他の素子の誤動作という問題を防ぐことができる構成となっている。

【0075】このような半導体装置においては、N型コレクタ埋込領域1802の濃度を $1 \times 10^{18} cm^{-3}$ 以上とすること、P型ベース領域1805の濃度を $5 \times 10^{14} cm^{-3}$ 以上 $5 \times 10^{17} cm^{-3}$ 以下とすること、さらに、高濃度ベース領域1808と電極との接合面の面積をなるべく小さくすることが望ましい。このようにすれば、NPNトランジスタからP型シリコン基板1801およびアイソレーション領域を経てグランドに落ちる漏れ電流の発生を防ぐことができる。

【0076】前記基体の駆動方法についてさらに詳述する。

【0077】図13には、2つの半導体機能素子（セル）が示されているだけであるが、実際には、このような機能素子がたとえば128個の電気熱変換素子に対応して同数等間隔に配置され、ブロック駆動が可能のように電気的にマトリクス接続されている。ここでは、説明の簡単のため、同一グループに2つのセグメントとしての電気熱変換素子RH1, RH2の駆動について説明する。

【0078】電気熱変換素子RH1を駆動するためには、まずスイッチング信号G1によりグループの選択がなされるとともに、スイッチング信号S1により電気熱変換素子RH1が選択される。すると、トランジスタ構成のダイオードセルSH1は正バイアスされ電流が供給されて電気熱変換素子RH1は発熱する。この熱エネルギーがインクに状態変化を生起させて、気泡を発生させ吐出よりインクを吐出させる。

【0079】同様に、電気熱変換素子RH2を駆動する場合にも、スイッチング信号G1およびスイッチング信号S2により電気熱変換素子RH2を選択して、ダイオードセルSH2を駆動し電気熱変換体に電流を供給する。

【0080】このとき、P型シリコン基板1801はアイソレーション領域1803, 1809を介して接地されている。このように各半導体素子（セル）のアイソレ

ーション領域1803, 1806, 1809が設置されることにより各半導体素子間の電氣的な干渉による誤動作を防止している。

【0081】こうして構成された基体1800は、図14, 図15に示したように、複数の吐出口207に連通するインク路206を形成するための感光性樹脂などからなるインク路壁部材およびインク供給口211を有する天板205とが取り付けられて、インクジェット記録方式の記録ヘッド208とすることができる。この場合、インク供給口211から供給されるインクが内部の共通液室210へ蓄えられて各インク路206へ供給され、その状態で基体1800の熱作用部1822を駆動することで、吐出口207からインクの吐出がなされる。

【0082】次に、上述したダイオードアレイではなく、例えば、論理回路等の駆動素子を記録ヘッドと同一基板上に作成した例を示す。

【0083】記録装置の高密度化、高画質化および高速化のために、吐出口の数は増大する。この時の記録ヘッドと記録装置間の結線数の増大や電気エネルギーのロスをさらに低減し、効率のよい駆動を行うための例を以下に示す。

【0084】ここでは、発熱抵抗体の構成される基板と同一の基板に、MOSトランジスタで構成される駆動信号処理のためのシフトレジスタ、および発熱抵抗体を発熱させるための高耐圧バイポーラトランジスタにより構成されるパワートランジスタが含まれる。

【0085】これら駆動素子は、一般的にBi-CMOS技術と呼ばれる半導体技術によりSi基板に形成され、このSi基板と同一の基板にさらに熱作用部が形成される。

【0086】図16に、主要素子を縦断するよう切断した時の模式的断面図を示す。

【0087】P導電体のSi基板2401にAs等のドーパントをイオンプラントレーションおよび拡散の手段により導入し、N型埋込層2402を形成し、上層にN型エピタキシャル層2403を5 μ m以上10 μ m以下の厚さに形成する。

【0088】また、前記エピタキシャル層2403にB等の不純物を導入し、P型ウエル領域2404を形成する。その後、フォトリソグラフィと酸化拡散およびイオンプラントレーション等の不純物導入を繰り返してN型エピタキシャル領域にP-MOS2450、P型ウエル領域にN-MOS2451が構成される。P-MOS2450およびN-MOS2451は、それぞれ厚さ数百Åのゲート絶縁膜2415を介して4000Å以上5000Å以下の厚さにCVD法で堆積したpoly-Siによるゲート配線2415およびN型あるいはP型の不純物導入をしたソース領域2405、ドレイン領域2406等で構成される。

【0089】また、パワートランジスタとなるNPN型トランジスタ2453は、やはり不純物導入および拡散等の工程によりN型エピタキシャル層中にコレクタ領域2411、ベース領域2412、エミッタ領域2413等で構成される。

【0090】また、各素子間は、5000Å以上10000Å以下の厚さのフィールド酸化により、酸化膜分離領域2453を形成し、素子分離されている。このフィールド酸化膜は、熱作用部2455下においては一層目の蓄熱層2414として作用する。

【0091】各素子が形成された後、層間絶縁膜2416が約7000Åの厚さにCVD法によるPSG, BPSSG等で堆積され、熱処理により平坦化処理等をされてからコンタクトホールを介し、一層目のAl電極2417により配線が行われている。

【0092】その後、プラズマCVD法によるSiO等の層間絶縁膜2418を10000Å以上15000Å以下の厚さに堆積し、さらにスルーホールを介して、抵抗層2419を約1000Åの厚さの本発明にかかるTa_{0.8}hex膜をDCスパッタ法により形成した。

【0093】次に、前述の実験Bおよび実験Cでも述べたように、保護膜2421は、プラズマCVDによりSiN膜が200℃以上300℃以下および350℃以上400℃以下の2段階成膜により、約10000Åの厚さに成膜される。

【0094】最上層には耐キャビテーション膜2422がTa等で約2000Åの厚さに堆積され、パッド部2454を開口して形成する。

【0095】最後に約400℃にてH₂雰囲気中でアニールが行われ、記録ヘッド基体が完成する。

【0096】最後のアニール工程により、AlとSi基板との間のコンタクト性の改善や、種々の熱処理およびプラズマ処理工程等で素子の受けるダメージの回復が図られている。

【0097】記録ヘッド基体完成後は、上述した例と同様にしてインクの吐出のための吐出口等が形成されてインクジェット記録ヘッドとなる。

【0098】ここでは、パワートランジスタをバイポーラトランジスタにて構成したが、MOSトランジスタにより構成してもよい。

【0099】本発明のインクジェット記録ヘッドに適用し得る記録用の液体（インク）としては様々なものを使用可能であるが、一般的には、染料0.5wt%~20wt%、(多価)アルコール、ポリアルキレングリコール等の水溶性有機溶剤10wt%~90wt%のインク組成を持つものを好ましく用いることができ、その具体的なインク組成の一例としては、C.1フードブラック2を3wt%、ジエチレングリコールを25wt%、N-メチル-2-ピロリドン2を20wt%、水を52wt%とする構成を挙げることができる。

【0100】次に、本発明の記録ヘッドを用いたインクジェット記録装置について図17を参照して説明する。図17は本発明が適用されるインクジェット記録装置2100の一例を示す概観斜視図である。

【0101】記録ヘッド2200は、駆動モータ2101の正逆回転に連動して駆動力伝達ギア2102、2103を介して回転するリードスクリュー2104の螺旋溝2121に対して係合するキャリッジ2120上に搭載されており、前記駆動モータ2101の動力によってキャリッジ2120とともにガイド2119に沿って矢印a、b方向に往復移動される。図示しない記録媒体給送装置によってプラテン2106上に搬送される記録用紙P用の紙押え板2105は、キャリッジ移動方向にわたって記録用紙Pをプラテン2106に対して押圧する。

【0102】2107、2108はフォトカプラであり、キャリッジ2120のレバー2109のこの域での存在を確認して駆動モータ2101の回転方向切換等を行うためのホームポジション検知手段である。2110は上述の記録ヘッド2110の全面をキャップするキャップ部材2111を支持する支持部材で、2112は前記キャップ部材2111内を吸引する吸引手段で、キャップ内開口2113を介して記録ヘッド2200の吸引回復を行う。2114はクリーニングブレードで、2115はこのブレードを前後方向に移動可能にする移動部材であり、本体支持板2116に、これらは支持されている。クリーニングブレード2114は、この形態でなく周知のクリーニングブレードが本実施例に適用できることはいうまでもない。

【0103】また、2117は、吸引回復の吸引を開始するためのレバーで、キャリッジ2120と係合するカム2118の移動に伴って移動し、駆動モータ2101からの駆動力がクラッチ切換等の公知の伝達手段で移動制御される。前記記録ヘッド2200に設けられた発熱部2110に信号を付与したり、上述した各機構の駆動制御を司ったりする記録制御部は、記録装置本体側に設けられている（不図示）。

【0104】上述のような構成のインクジェット記録装置2100は、前記記録媒体給送装置によってプラテン2106上に搬送される記録用紙Pに対し、記録ヘッド2200が前記記録用紙Pの全幅にわたって往復移動しながら記録を行うものであり、記録ヘッド2200は上述したような方法で製造したものをを用いているため、高精度で高速な記録が可能である。

【0105】また、インクジェット記録装置には、記録ヘッドに対してインクを吐出させるための電気信号を付与するための電気信号付与手段を有している。また、インクジェット記録装置としては、上述のような記録媒体に記録を行う形態だけではなく、布等に模様を描いて記録する捺染装置も、その一態様である。この捺染装置に

おいては、長い反物に連続して記録を行うため、記録途中での断線や抵抗値の変動の大きな変動による記録品位の低下の生じにくい本発明の発熱抵抗体を備えるインクジェット記録ヘッドの適用は特に望ましいものである。

【0106】本発明は、特にインクジェット記録方式の中でもキヤノン（株）の提唱する、熱エネルギーを利用してインクを吐出する方式の記録ヘッド、記録装置において、優れた効果をもたらすものである。

【0107】その代表的な構成や原理については、例えば、米国特許第4,723,129号明細書、同第4,740,796号明細書に開示されている基本的な原理を用いて行なうものが好ましい。

【0108】この方式はいわゆるオンデマンド型、コンティニュアス型のいずれにも適用可能であるが、特に、オンデマンド型の場合には、液体（インク）が保持されているシートや液路に対応して配置されている電気熱変換体に、記録情報に対応して核沸騰を越える急速な温度上昇を与える少なくとも一つの駆動信号を印加することによって、電気熱変換体に熱エネルギーを発生せしめ、記録ヘッドの熱作用面に膜沸騰させて、結果的にこの駆動信号に一対一対応し液体（インク）内の気泡を形成出来るので有効である。この気泡の成長、収縮により吐出用開口を介して液体（インク）を吐出させて、少なくとも一つの滴を形成する。この駆動信号をパルス形状とすると、即時適切に気泡の成長収縮が行なわれるので、特に応答性に優れた液体（インク）の吐出が達成でき、より好ましい。このパルス形状の駆動信号としては、米国特許第4,463,359号明細書、同第4,345,262号明細書に記載されているようなものが適している。なお、前記熱作用面の温度上昇率に関する発明の米国特許第4,313,124号明細書に記載されている条件を採用すると、さらに優れた記録を行なうことができる。

【0109】記録ヘッドの構成としては、上述の各明細書に開示されているような吐出口、液路、電気熱変換体の組み合わせ構成（直線状液流路または直角液流路）の他に熱作用部が屈曲する領域に配置されている構成を開示する米国特許第4,558,333号明細書、米国特許第4,459,600号明細書を用いた構成も本発明に含まれるものである。加えて、複数の電気熱変換体に対して、共通するスリットを電気熱変換体の吐出部とする構成を開示する特開昭59-123670号公報や熱エネルギーの圧力波を吸収する開口を吐出部に対応させる構成を開示する特開昭59-138461号公報に基づいた構成としても本発明は有効である。

【0110】さらに、記録装置が記録できる最大記録媒体の幅に対応した長さを有するフルラインタイプの記録ヘッドとしては、上述した明細書に開示されているような複数記録ヘッドの組み合わせによって、その長さを満たす構成や一体的に形成された一つの記録ヘッドとして

の構成のいずれでもよいが、本発明は、上述した効果を一層有効に発揮することができる。

【0111】加えて、装置本体に装着されることで、装置本体との電気的な接続や装置本体からのインクの供給が可能になる交換自在のチップタイプの記録ヘッド、あるいは記録ヘッド自体に一体的に設けられたカートリッジタイプの記録ヘッドを用いた場合にも本発明は有効である。

【0112】また、本発明の記録装置の構成として設けられる、記録ヘッドに対しての回復手段、予備的な補助手段などを付加することは本発明の効果を一層安定化できるので好ましいものである。これらを具体的に挙げれば、記録ヘッドに対しての、キャッピング手段、クリーニング手段、加圧あるいは吸引手段、電気熱変換体あるいはこれとは別の加熱素子あるいはこれらの組み合わせによる予備加熱手段、記録とは別の吐出を行なう予備吐出モードを行なうことも安定した記録を行なうために有効である。

【0113】さらに、記録装置の記録モードとしては黒色等の主流色のみの記録モードだけではなく、記録ヘッドを一体的に構成するか複数個の組み合わせによってでもよいが、異なる色の複色カラーまたは、混色によるフルカラーの少なくとも一つを備えた装置にも本発明は極めて有効である。

【0114】以上説明した本発明実施例においては、インクを液体として説明しているが、室温やそれ以下で固化するインクであって、室温で軟化もしくは液体あるいは、上述のインクジェットではインク自体を30℃以上70℃以下の範囲内で温度調整を行なってインクの粘性を安定吐出範囲にあるように温度制御するものが一般的であるから、使用記録信号付与時にインクが液状をなすものであればよい。加えて、積極的に熱エネルギーによる昇温をインクの固形状態から液体状態への状態変化のエネルギーとして使用せしめることで防止するかまたは、インクの蒸発防止を目的として放置状態で固化するインクを用いるかして、いずれにしても熱エネルギーの記録信号に応じた付与によってインクが液化してインク液状として吐出するものや記録媒体に到達する時点ですでに固化し始めるものなどのような、熱エネルギーによって初めて液化する性質のインク使用も本発明には適用可能である。このような場合インクは、特開昭54-56847号公報あるいは特開昭60-71260号公報に記載されるような、多孔質シート凹部または貫通孔に液状または固形物として保持された状態で、電気熱変換体に対して対向するような形態としてもよい。本発明においては、上述した各インクに対して最も有効なものは、上述した膜沸騰方式を実行するものである。

【0115】以下、具体的な実施例により本発明をさらに詳細に説明する。

【0116】〔実施例1〕図3のインクジェット記録ヘ

ッド用の基板において、成膜直前に同一装置内で基板表面をプラズマクリーニングにより該表面を清浄化した。蓄熱層102は熱酸化法により SiO_2 を1.2 μm の厚さに形成させ、さらに層間絶縁を兼ねる蓄熱層103層をプラズマCVD法により SiON を1.2 μm の厚さに堆積させた。

【0117】ここで、抵抗層104として、X線回折パターン(11)の微細な多結晶質 $\text{Ta}_{0.8}\text{hex}$ 膜を1000Åの厚さに反応性スパッタリング法により形成した。該 $\text{Ta}_{0.8}\text{hex}$ 膜は、本実施例においては、反応性スパッタリング法により以下の条件にて成膜して抵抗層104とした。即ち、窒素ガス分圧比が24%、アルゴンガスと窒素ガスの混合ガスの全圧が7.5mTorr、スパッタリングDCパワーが2.0kW、雰囲気温度が200℃、基板温度が200℃で反応性スパッタリングを行い、その膜のX線回折ピークは、 $\text{Ta}_{0.8}\text{hex}$ (100)面の配向が強いもので、その面間隔は、 $d=2.55\text{\AA}$ であった。また、 $2\theta\approx 31^\circ$ に弱い $\text{Ta}_{0.8}\text{hex}$ (001)の回折ピークが観察された。

【0118】微細な多結晶質 $\text{Ta}_{0.8}\text{hex}$ 膜の上には、熱作用部108に、インクを吐出させるために発生する熱エネルギーを供給するための導電体であるA1を5500Åの厚さにスパッタリング法により堆積させた。該A1層は、発熱抵抗体の堆積後、大気中に取り出す前に同一装置内で連続的にスパッタリングにより成膜する。この連続成膜により、抵抗層とA1配線とは、不純物や水分の侵入が抑制されるとともに、両層の密着性が良く信頼性の高い記録ヘッド基体の作成が可能である。

【0119】その後、前記A1層と $\text{Ta}_{0.8}\text{hex}$ 層とを所定の形状にパターンニングする。熱作用部108は、図3のように $\text{Ta}_{0.8}\text{hex}$ 層上のA1層を取り除いた領域である。

【0120】保護膜106としては、プラズマCVD法により、第一層の保護膜 SiN を300℃で、約1500Å堆積させた後、第二層の保護膜 SiO_2 を350℃で約8500Å、計1 μm 程度堆積させ、その後、DCスパッタリング法により Ta 膜を2000Åの厚さに堆積させて、耐キャビテーション層107とし、基体を形成した。

【0121】ここで、103層と106層は同一のプラズマCVD成膜装置を用い、成膜条件を所定の条件に制御して形成し、さらに、104層と107層も同一の反応性スパッタリング成膜装置で同じ Ta ターゲットを用い、成膜条件を所定の条件に制御して2種の膜を形成した。これにより用いる成膜装置数が少ないため、装置内でのコンタミネーションが少なくなり、さらにはパッチ開放を極力減らすことにより、歩留りと稼働率の高い生産プロセスが可能となった。

【0122】図18に、SST試験の結果を示した。このSST試験は、本実施例1の発熱抵抗体を形成する抵抗層を備えるインクジェット記録ヘッドを作製して、上述の破断電圧を測定したのと同様にして、電気熱変換体に $7\mu\text{sec}$ の矩形電圧を 2kHz で 1×10^5 パルスを与え、 $0.05V_{th}$ 毎に印加電圧を上げながら抵抗値を測定し、電気熱変換体が断線するに至るまでの抵抗値の変化を測定したものである。なお、SST試験は、発熱抵抗体にパルスを印加するだけで、インクの吐出は行わない。

【0123】実施例1の二層保護膜によるA1電極のステップカバレッジ性は極めて良好で、図12における微細な多結晶質 $\text{TaNO}_{0.8\text{hex}}$ 膜を発熱抵抗体とした場合の電気熱変換体の抵抗値の変化は極めて小さく、また、その破断電圧比 K_b ($K_b = \text{印加電圧} / \text{発泡電圧}$)が、約 $1.6V_{th}$ の値であることが判った。

【0124】 HfB_2 が発熱抵抗体としてインクジェット記録ヘッド用基体に用いられ始めた頃の該発熱抵抗体への駆動電圧の印加は、インクを吐出するための主パルスみのシングルパルス駆動が主流であったが、近年は、インクの吐出量をコントロールしたり、ヘッドの温度調節を行うための発熱を目的とする副パルスを印加する、いわゆるダブルパルス駆動に変わってきている。

【0125】従来、シングルパルスの駆動電圧は、発熱抵抗体の耐久性を考慮して $1.1V_{th} \sim 1.2V_{th}$ 間に設定されていた。

【0126】一方、ダブルパルス駆動は、主パルスと、副パルスと、その間の休止時間と、からなり、例えば、低温度の下で吐出量が減っている時には、画品位の安定のための吐出量の増加を副パルス幅を長く設定するなどの調整で行うものである。その結果、印加エネルギーをシングルパルス時の印加電圧に換算すると、最大 $1.3V_{th}$ の駆動電圧が存在するようになった。つまり、ダブルパルス化により、発熱抵抗体への印加エネルギーが高くなってきている。

【0127】そこで、図19に、最大駆動電圧である $1.3V_{th}$ でのヒートパルス耐久試験(CST試験)の結果を示す。CST試験は、発熱抵抗体にパルスを印加するだけであり、記録ヘッド内にはインクは入っていない。

【0128】この実験結果から、本発明による二層の保護膜を用いた電気熱変換体は、ほぼ0%の抵抗値変化であることが判った。

【0129】図20に実施例1の発熱抵抗体を備えるヘッドを作製し、インクジェット記録装置としてBJ10V(キャノン(株)商品名)を実験用に改造した装置に取り付けて印字耐久試験を行った結果を示す。該試験はA4の用紙にBJ10Vに組み込まれているテスト印字パターンを印字させて行なった。インクはBJ10Vに用いられるインクカートリッジのインクをそのまま用い

た。この場合の駆動電圧も $1.3V_{th}$ である。

【0130】実施例1の二層保護膜を用いたヘッドは、CST試験と同様に抵抗値の変化もほぼ0%であり、良好な耐久性を示すことが判った。

【0131】[実施例2]インクジェット記録ヘッドの保護膜106として、プラズマCVD法により、第一層の保護膜SiNを 300°C で、約 1500\AA 堆積させた後、第二層の保護膜SiNを 350°C で約 8500\AA 、計 $1\mu\text{m}$ 堆積させて基体を形成し、インクジェット記録ヘッドを作成した。その他の層構成および成膜方法は、実施例1と同様である。

【0132】図18に実施例2のインクジェット記録ヘッドを用いて行ったSST試験の結果を示す。SST試験の条件は実施例1の場合と同様であった。

【0133】実施例2は、破断電圧比 K_b が $1.8V_{th}$ と良好な値を有していることが判った。

【0134】図19にCST試験の結果を示す。このSST試験の条件も実施例1の場合と同様であった。

【0135】実施例2は、実施例1と同様に抵抗値の変化がほとんどないという良好な結果を得た。

【0136】図20に実施例2のインクジェット記録ヘッドを実施例1と同様のBJ10V改造機を用いて印字耐久試験を行なった結果を示す。

【0137】実施例2は、実施例1と同様に抵抗層の抵抗値の変化はほぼ0%であり良好な特性が得られた。

【0138】[比較例1]実施例2の保護膜SiNを、プラズマCVD法により、(1) 200°C で約 $1\mu\text{m}$ 堆積させて基体を形成し、作製したインクジェット記録ヘッドを比較例1-1、また、(2) 350°C で約 $1\mu\text{m}$ 堆積させて基体を形成し、作製したインクジェット記録ヘッドを比較例1-2とする。

【0139】図18に比較例1-1と比較例1-2それぞれの抵抗層を用いた電気変換体を用いて行ったSST試験の結果を示す。該実験は前述の実施例1および2と同様にして行なった。

【0140】比較例1-1は、保護膜SiNが疎であるため、ピンホールを介して、アルカリ性インクがA1配線を腐食し、抵抗値が増加して、破断電圧比 K_b が $1.3V_{th}$ と低くなることが判った。

【0141】比較例1-2は、高温で保護膜SiNを成膜中に、A1上のヒロックが成長したため、耐キャビテーション膜Taと短絡し、抵抗値が減少して、破断電圧比 K_b が $1.3V_{th}$ と低くなることが判った。

【0142】図19にCST試験の結果を示す。該実験は前述の実施例1、2と同様にして行なった。

【0143】比較例1-1は、抵抗値が増加し、比較例1-2は、抵抗値が減少して、共に 1×10^6 パルス程度で断線している。

【0144】図20に実施例1、2と同様にしてBJ10V改造機に本実施例によるインクジェット記録ヘッド

を取り付けた印字耐久試験の結果を示す。その他の条件も実施例 1 および 2 の場合と同様であった。

【0145】比較例 1-1 は、印字耐久試験途中に、インクの腐食による A1 電極の断線の為、不吐出が発生した。

【0146】比較例 1-2 は、印字耐久試験途中に、A1 のヒロックと Ta との短絡による断線の為、不吐出が発生した。

【0147】以上の結果から、実施例 1 および 2 のインクジェット記録ヘッドは、記録画像品位、耐久性、共に優れており、長寿命、高画質化に適していることが判った。また、比較例のインクジェット記録ヘッドは、抵抗値の変化に伴い、記録画像品位が明らかに低下し、また、記録ヘッドとしての耐久性の面においても、実施例 1 および 2 の記録ヘッドが優れていることが判った。

【0148】

【発明の効果】以上説明したように、本発明は以下のような効果を奏する。

【0149】本発明のインクジェット記録ヘッドは、発熱抵抗体を、長期の連続使用にあっても抵抗値の変動は極めて少なく、長寿命で信頼性の高いものとしてできる。この発熱抵抗体を有するインクジェット記録ヘッド用基体を備えたインクジェット記録ヘッドは、ヘッドの駆動信号としてインクの吐出のための主パルスの前に予備パルスを与えて記録を行う記録方式により、長期の間の繰り返し記録を実行しても安定したインクの吐出をもたらす、高品質の記録を可能にすることができる効果がある。

【0150】本発明のインクジェット記録ヘッドは、インクジェット記録ヘッド用基体の積層構造として、層間の密着性が確保されたものとしてことができ、インクジェット記録ヘッドを、繰り返し作用する熱的パルスおよびそれによる衝撃力に対して十分に耐久性を有し、長期繰り返し使用を行っても絶えず所望のインク吐出をもたらすことができる効果がある。

【0151】本発明のインクジェット記録ヘッドにおけるインクジェット記録用ヘッド基体は、構成材料の供給が常時安定して成されるものであり、また、当該発熱抵抗体の製造において不純物のコンタミネーション等の悪影響の問題はない。また、当該発熱抵抗体は信頼性が高く、且つ、今後の主流となる主パルスと副パルスを含むダブルパルスによってインク吐出状態をコントロールする駆動方法においても十分な耐久性を達成することができる等の利点を有する。

【0152】本発明のインクジェット記録ヘッドにおけるインクジェット記録ヘッド用基体の発熱抵抗体は、高周波で駆動した場合にも、所望の耐久性が維持され、高品位の記録画像を長期にわたってもたらしすることができる効果がある。

【0153】本発明のインクジェット記録ヘッドは、高

速駆動における複数パルスによる吐出状態をコントロールする駆動方法においても、十分な耐久性和高品位の画像とを確保できる等の利点を有する。また、記録スピードの高速化に対応し、そのマルチノズル化が容易に達成することができ、常時安定して所望のインク吐出がなされ、高品質の記録画像を常時安定して形成することができる効果がある。

【0154】本発明のインクジェット記録ヘッド用基体の製造方法においては、耐久性に優れ、繰り返し加えられる熱衝撃に強く、抵抗値の変動が少なく、インクの侵食やキャビテーションにも強く、高品位の記録画像を長期にわたって確保できるインクジェット記録ヘッド用の基体を効率的に得ることができる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明により製造される記録ヘッド用基体の一例としての模式的断面図である。

【図 2】保護層成膜時の加熱により生じる A1 電極のヒロックおよびウィスカーの模式的断面図である。

【図 3】インクジェット記録ヘッド用基体の模式的断面図である。

【図 4】本発明のインクジェット記録ヘッド用基体の各層を成膜する成膜装置を示す模式的断面図である。

【図 5】保護膜形成のための PECVD 装置の概略図である。

【図 6】基板温度と破断電圧比との関係を示すグラフである。

【図 7】2 段階成膜による膜堆積開始からの時間と膜厚および炉内温度との関係を示すグラフである。

【図 8】配線電極の形状を示す模式的断面図である。

【図 9】配線電極の形状を示す模式的正面図である。

【図 10】配線電極と熱作用部との模式的断面図である。

【図 11】配電電極の形状を示す模式的正面図である。

【図 12】インクジェット記録ヘッドの内部の模式的斜視図である。

【図 13】インクジェット記録ヘッド用基体の駆動方法を説明する模式図である。

【図 14】インクジェット記録ヘッドの模式的斜視図である。

【図 15】インクジェット記録ヘッドの模式的断面図である。

【図 16】本発明のインクジェット記録ヘッド用基体の主要素子を縦断する模式的断面図である。

【図 17】本発明の記録ヘッドを用いたインクジェット記録装置の一例としての模式的斜視図である。

【図 18】SST 試験の結果を示すグラフである。

【図 19】CST 試験の結果を示すグラフである。

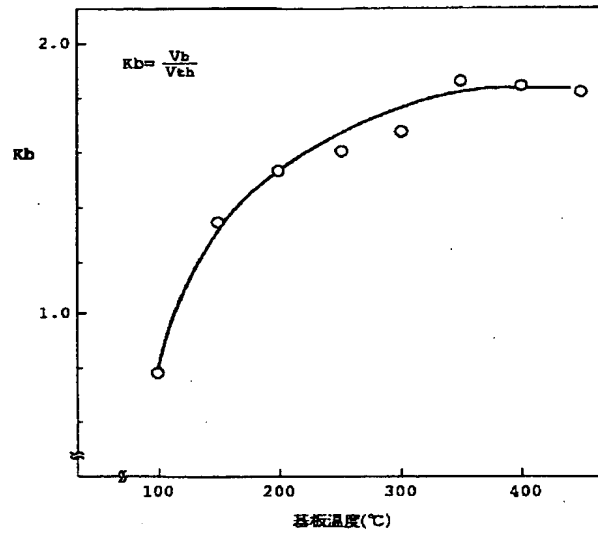
【図 20】印字耐久試験の結果を示すグラフである。

【符号の説明】

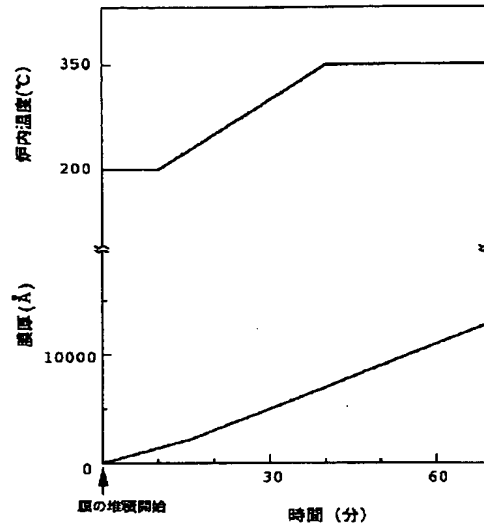
100 インクジェット記録ヘッド用基体

- 101 シリコン基板
- 102 熱酸化膜
- 103 層間膜
- 104 抵抗層
- 105 Al合金配線
- 106 保護膜
- 107 耐キャビテーション膜
- 108 熱作用部
- 301 タンタルターゲット
- 302 平板マグネット
- 303 基板ホルダー
- 304 基板
- 305 ヒータ
- 306 DC電源
- 307 ポンプ
- 308 ヒータ
- 309 チャンバ
- 310 取り入れ口
- 311 シャッター
- 901 ウエハ
- 902 電極
- 903 石英管
- 904 ヒータ
- 1101 ヒロック
- 1102 ウィスカー
- 1800 基体
- 1801 P型シリコン基板
- 1802 N型コレクタ埋込領域
- 1803 P型アイソレーション埋込領域
- 1804 N型エピタキシャル領域
- 1805 P型ベース領域
- 1806 P型アイソレーション埋込領域
- 1807 N型コレクタ埋込領域
- 1808 高濃度P型ベース領域
- 1809 高濃度P型アイソレーション領域
- 1810 N型エミッタ領域
- 1811 高濃度N型コレクタ領域
- 1812 コレクタ・ベース共通電極
- 1813 エミッタ電極
- 1814 アイソレーション電極
- 1815 蓄熱層
- 1816 層間膜
- 1817 抵抗層
- 1818 配線電極
- 1818' エッジ部
- 1819 第1の保護膜
- 1821 NPNトランジスタ
- 1822 熱作用部
- 2100 インクジェット記録装置
- 2200 記録ヘッド
- 2101 駆動モータ
- 2101, 2103 駆動力伝達ギア
- 2104 リードスクリュウ
- 2105 紙押え板
- 2106 プラテン
- 2107, 2108 フォトカブラ
- 2109 レバー
- 2110 支持部材
- 2111 キャップ部材
- 2112 吸引手段
- 2113 キャップ内開口
- 2114 クリーニングブレード
- 2115 移動部材
- 2116 本体支持板
- 2117 レバー
- 2119 ガイド
- 2120 キャリッジ
- 2121 螺旋溝
- 2200 記録ヘッド
- 2401 Si基板
- 2402 N型埋込層
- 2403 N型エピタキシャル層
- 2404 P型ウエル領域
- 2405 ソース領域
- 2406 ドレイン領域
- 2411 コレクタ領域
- 2412 ベース領域
- 2413 エミッタ領域
- 2414 蓄熱層
- 2416 層間絶縁層
- 2417 Al電極
- 2419 抵抗層
- 2422 耐キャビテーション膜
- 2450 P-MOS
- 2451 N-MOS
- 2452 NPN型トランジスタ
- 2453 酸化膜分離領域
- 2454 パッド部
- 2455 熱作用部

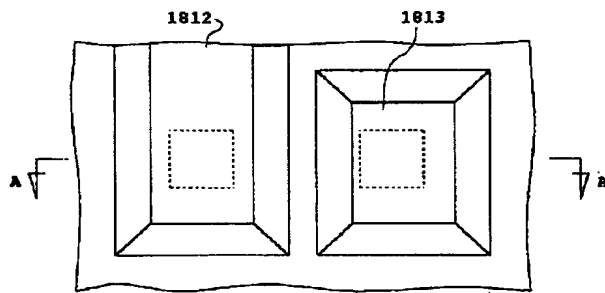
【図 6】



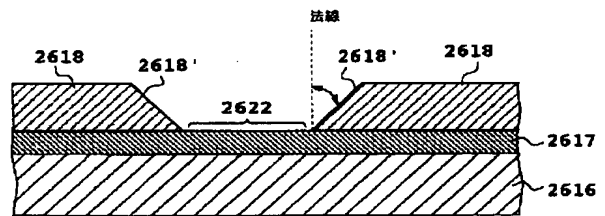
【図 7】



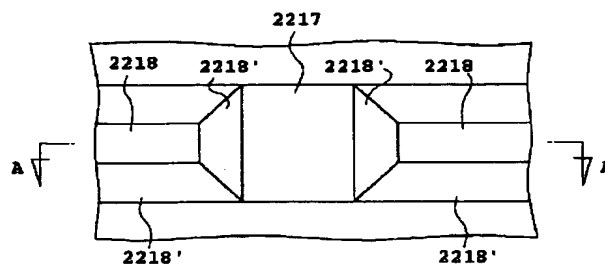
【図 9】



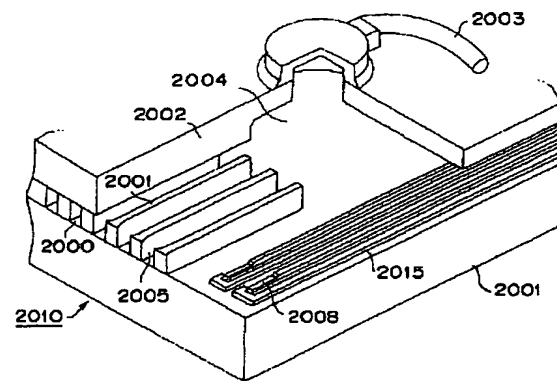
【図 10】



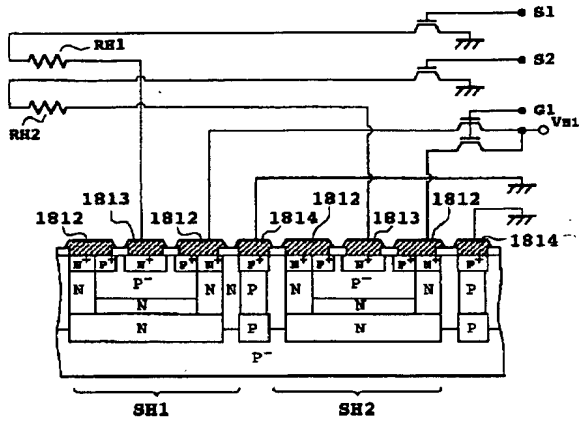
【図 11】



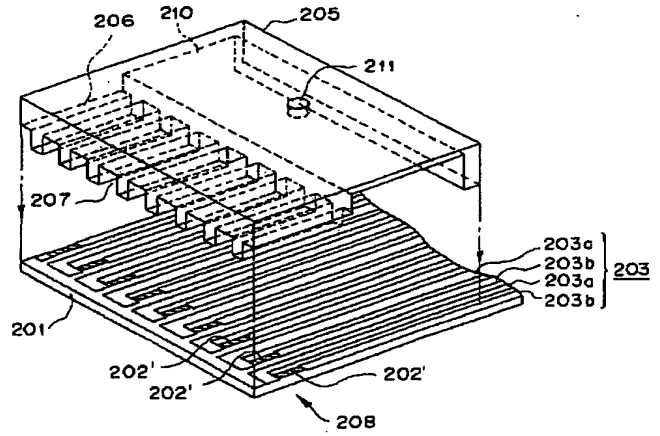
【図 12】



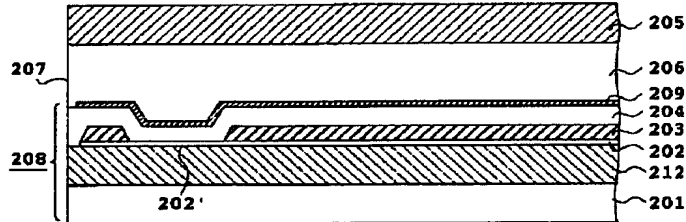
【図13】



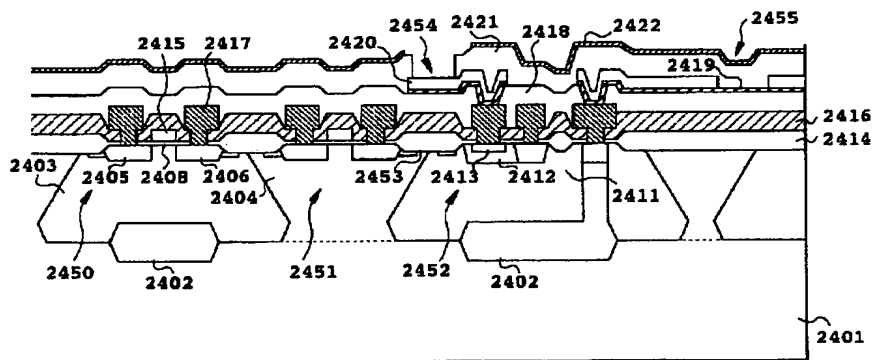
【図14】



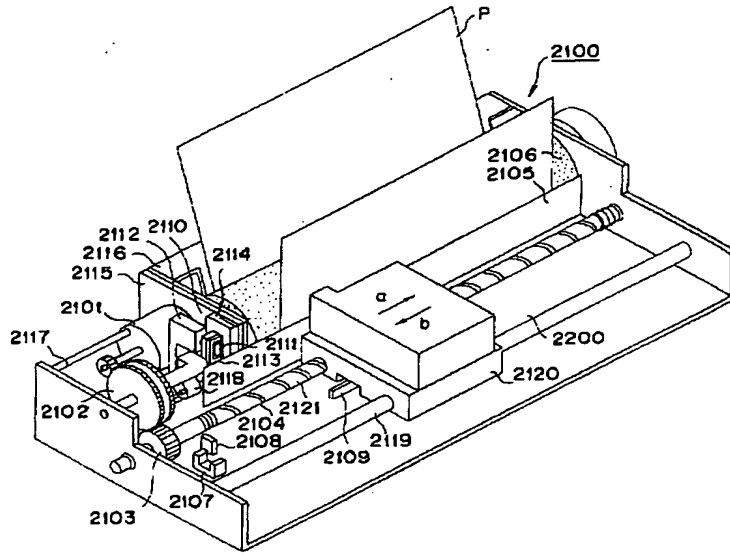
【図15】



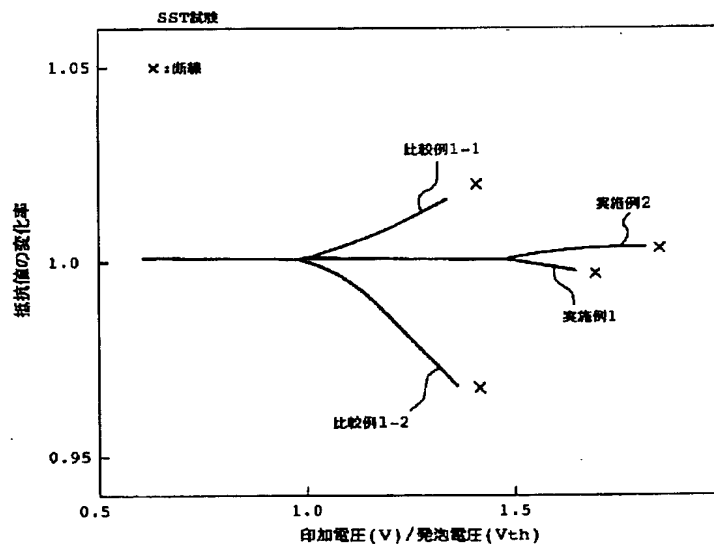
【図16】



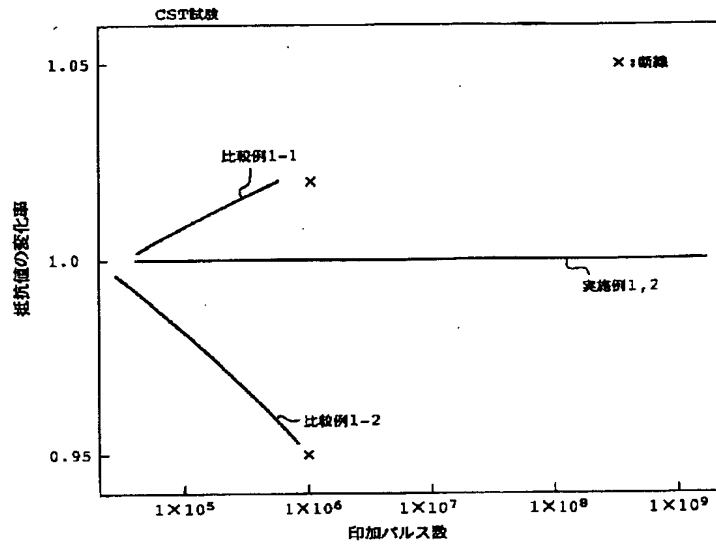
【図17】



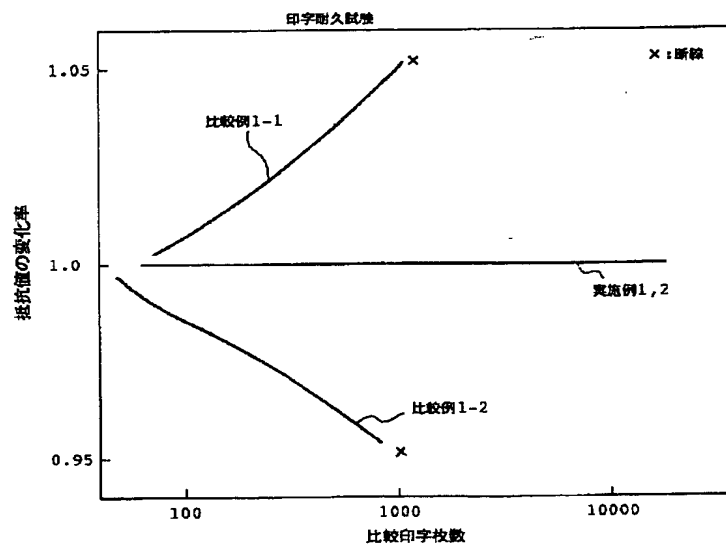
【図18】



【図19】



【図20】



フロントページの続き

(72)発明者 池田 雅実
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(72)発明者 牧野 憲史
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(72)発明者 成瀬 泰弘
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(72)発明者 田村 清一
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(72)発明者 泉田 昌明
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(72)発明者 尾崎 照夫
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内